

蚬壳花椒叶片不定芽诱导与内源激素的变化规律

王平¹, 王海霞¹, 马英姿¹, 王晓明^{1,2}, 左之文³, 李俊彬¹

(1. 中南林业科技大学, 湖南长沙 410004; 2. 湖南省林业科学院, 湖南长沙 410004;

3. 千金药业股份有限公司, 湖南株洲 412000)

摘要:目的 建立蚬壳花椒离体再生体系并测定其内源激素量的变化。方法 以蚬壳花椒组培苗叶片为外植体, 接种在附加不同激素组合的MS培养基上, 诱导愈伤组织不定芽的分化。同时, 采用酶联免疫吸附法(ELISA)对愈伤组织分化过程中赤霉素(GA₃)、生长素(IAA)、脱落酸(ABA)、玉米素核苷(ZR)4种内源激素的量进行测定。结果 蚬壳花椒叶片不定芽诱导的最适培养基为MS+6-BA 0.5 mg/L+NAA 0.1 mg/L, 诱导率最高可达61%。内源激素测定发现, 分化过程中ZR、IAA的量相对较高, ABA量一直保持较低的水平, GA₃在分化前期和中期均呈上升趋势。结论 ZR、IAA是蚬壳花椒叶片愈伤组织不定芽分化的主要因素, 培养基中适当添加GA₃可能有利于提高芽的分化率, ABA可能是此过程中的负调控因子。

关键词: 蚬壳花椒; 叶片; 不定芽; 内源激素

中图分类号: R282.1

文献标识码: A

文章编号: 0253-2670(2008)09-1400-04

Adventitious bud induction and endogenous hormones changing of lamina from *Zanthoxylum dissitum* in vitro

WANG Ping¹, WANG Hai-xia¹, MA Ying-zi¹, WANG Xiao-ming^{1,2}, ZUO Zhi-wen³, LI Jun-bin¹

(1. Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, China; 2. Hunan Academy of Forestry,

Changsha 410004, China; 3. Qianjin Pharmaceutical Co., Ltd., Zhuzhou 412000, China)

Abstract: **Objective** To establish a regenerative system *in vitro* and determine the endogenous hormones of *Zanthoxylum dissitum*. **Methods** Lamina of *Z. dissitum* was used as the explant. Callus adventitious bud differentiation was carried out by culturing on MS with different hormones. At the same time, in the course of callus induction, four endogenous hormone of GA₃, IAA, ABA, and ZR were determined by ELISA. **Results** The optimum medium for adventitious bud regeneration of *Z. dissitum* was MS+6-BA 0.5 mg/L+NAA 0.1 mg/L, and the highest induction rate could reach to 61%. During the process of the differentiation of explants callus, the contents of ZR and IAA were correspondingly higher than other endogenous hormones, the content of ABA was always kept in low level during this process, the content of GA₃ was kept in the trend of upgrading during the earlier differentiation period. **Conclusion** It could be considered that ZR and IAA should be the critical factors in the bud induction. According to the results, a proper adding of GA₃ in the culture medium could improve the differentiation rate of the adventitious bud. On the other side, ABA might be the negative regulation factor.

Key words: *Zanthoxylum dissitum* Hemsl.; lamina; adventitious bud; endogenous hormones

蚬壳花椒 *Zanthoxylum dissitum* Hemsl. 别名单面针、大叶花椒、山枇杷, 芸香科花椒属常绿攀援或蔓生木质藤本灌木植物^[1,2], 其根、茎、叶均可入药, 具有很高的药用价值, 但蚬壳花椒野生数量并不多。目前, 对蚬壳花椒组织培养的研究已有少量报

道^[3], 其中对蚬壳花椒愈伤组织的诱导已取得成功^[4], 但存在诱导率低、重复性差等缺点。植株生长发育过程与植株内源和外源激素的种类、质量浓度配比有密切关系^[5]。Fosket^[6]认为, 各种愈伤组织分化时, 对外源激素的要求不同, 主要是受内源激素的

收稿日期: 2007-12-10

基金项目: 湖南省自然科学基金项目“药用植物单面针的生物学特性研究”(07JJ5041); 株洲市重点科技项目“药用植物单面针组培技术中试研究及组培苗栽培技术示范”; 株洲市千金药业股份公司合作项目“单面针人工快繁中试项目”

作者简介: 王平(1964—), 男, 湖南常德人, 教授, 博士生导师, 从事生物技术、生物医药及环境科学方面的教学与研究工作。

Tel: (0731)5623472 E-mail: csfuwp@163.com

影响,而目前对蚬壳花椒再生过程中内源激素的研究尚未见报道。本实验研究蚬壳花椒分化过程中内源激素的变化规律,为合理添加外源激素,提高愈伤组织的分化率提供了理论依据,同时对解决蚬壳花椒资源匮乏问题具有现实意义。

1 材料与方法

1.1 材料:选取蚬壳花椒健壮的无菌苗为试验材料,在MS+6-BA 0.5 mg/L+NAA 0.04 mg/L+生物素1.0 mg/L(以下单位相同)培养基上继代培养。

1.2 培养基:选用MS为基本培养基,用于诱导、分化的培养基及植物生长调节剂种类和质量浓度依照具体的试验要求而设定,但用于固化的琼脂均为8 g/L。培养基使用前,先将pH值调至5.95,然后用300 mL的广口瓶分装,每瓶30 mL,封口膜包扎,在121℃、1.1 kg/cm²灭菌20 min。接种后放置在恒温培养室中培养,温度为(25±2)℃,光照强度为1 000~2 000 lx,每天光照12 h。

1.3 愈伤组织的诱导:无菌苗经继代培养25~30 d后,选取平展幼嫩的叶片,剪成1.0 cm²左右的小块,叶面向上接种于MS+6-BA 0.5+NAA 1.5+2,4-D 0.1的培养基中^[4]。先进行2周暗培养,然后再移至光下培养。

1.4 不定芽再生:愈伤组织诱导约30 d后,继代培养2次,选取色泽鲜艳、浅绿色或黄绿色、质地紧密、表面呈颗粒状突起愈伤组织,转移到分化培养基上,观察并记录不定芽的诱导情况。

不定芽再生率=产生不定芽的外植体数/接种的外植体总数×100%

每外植体产生芽数=外植体产生的不定芽数/接种外植体数

1.5 取样与激素提取:愈伤组织接种到MS+6-BA 0.5+NAA 0.1分化培养基上,每隔5 d随机取样一次,每次称0.5 g,置于-40℃冰箱中保存。取样品,加2 mL样品提取液,在冰浴下研磨成匀浆,转入10 mL试管,再用2 mL提取液分次将研钵冲洗干净,一并转入试管中,摇匀后放置在4℃冰箱中。4℃下提取4 h,5 000 r/min离心10 min,取上清液。上清液过C₁₈固相萃取柱。具体步骤是:80%甲醇(1 mL)平衡柱→上样→收集样品→移开样品后用100%甲醇(5 mL)洗柱→100%乙醚(5 mL)洗柱→100%甲醇(5 mL)洗柱→循环。将过柱后的样品转入5 mL塑料离心管中,真空浓缩干燥或用氮气吹干,除去提取液中的甲醇,用1.0 mL样品稀释液定容^[7]。

1.6 内源激素的酶联免疫测定:在10 mL包被缓冲

液中加入一定量的包被抗原,混匀,在酶标板每孔中加100 μL,37℃温育3 h。洗板3次,甩干。分别加入脱落酸(ABA)、生长素(IAA)、赤霉素(GA)、玉米素核苷(ZR)4种标准物,再加入待测样和抗体,37℃竞争0.5 h。洗板5次,甩干。然后加酶标羊抗兔抗体,37℃反应30 min。洗板5次后加底物显色,显色适当时加入2 mol/L硫酸终止反应。用2 000 ng/mL质量浓度孔调0,在酶联免疫分光光度计上依次测定标准物各浓度和各样品492 nm处的A值^[7]。

1.7 统计方法:所得数据采用Excel软件和SPSS统计软件进行方差分析和相关性分析。

2 结果与分析

2.1 激素对不定芽诱导的影响:大量文献报道,生长素配合一定量的细胞分裂素能共同诱导不定芽的分化、侧芽的萌发与生长^[8,9]。而叶片不定芽再生率的高低及发生时间的迟早与植物生长调节剂的种类、组合及比值相关^[10]。本实验选用MS为基本培养基,添加不同质量浓度的6-BA、NAA,比较两种因素对不定芽诱导的影响,结果见表1、2。

表1 激素对不定芽诱导的影响

Table 1 Effect of hormones on adventitious bud induction

培养基编号	6-BA/ (mg·L ⁻¹)	NAA/ (mg·L ⁻¹)	不定芽再 生率/%	每外植体 再生芽数/个
1	0.5	0.1	61.0	3.2
2	0.5	0.5	57.0	2.5
3	1.0	0.1	32.5	1.2
4	1.0	0.5	24.5	0.8

表2 方差分析结果

Table 2 Analysis of variance

变异来源	自由度	平方和	均方	F值	P值
6-BA	1	1 860.500	1 860.500	1 488.400	0.001
NAA	1	72.000	72.000	57.600	0.002
6-BA×NAA交互	1	8.000	8.000	6.400	0.065
误差	4	5.000	1.250		
总变异	8	17 258.000			

由表1可以看出,蚬壳花椒愈伤组织芽的分化率随激素质量浓度的变化而不同。当6-BA质量浓度一定时,NAA质量浓度越高,愈伤组织的分化率下降,说明高质量浓度的6-BA配合低质量浓度的NAA有利于芽的诱导。当6-BA/NAA=5时,不定芽的再生率最高,达61%。接种后15 d,发现愈伤组织中部开始出现绿色的芽点(图1-A),25 d后分化出绿色小芽(图1-B)。当6-BA/NAA=10时,芽的分化时间较晚,并且愈伤组织由绿色转为黄绿色,颗粒大,疏松。说明6-BA和NAA的质量浓度比例不宜超过10,6-BA较NAA过高反而会对愈伤组织产生毒害作用,同时也会降低芽的分化率^[11]。

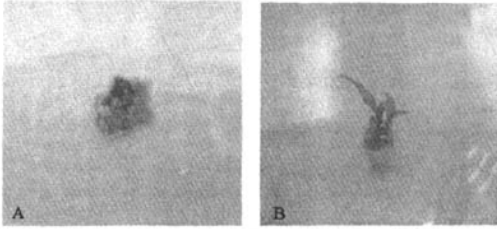


图 1 愈伤组织芽的分化

Fig. 1 Differentiation of bud induced from callus

由表 2 可知,6-BA 和 NAA 各水平对蚬壳花椒愈伤组织分化率均有极显著影响($P_{6-BA}=0.001$, $P_{NAA}=0.002$),6-BA 和 NAA 交互作用对愈伤组织分率影响不显著($P=0.065$)。比较两因素的 F 值可知影响蚬壳花椒愈伤组织芽分化的主导因子是 6-BA,而 NAA 为次要因子。

2.2 TDZ 对蚬壳花椒不定芽诱导的影响:人工合成的苯基脲衍生物 TDZ 作为一种植物生长调节剂,已广泛应用于植物组织培养。在植物组织培养中 TDZ 通过独立或与其他生长调节物质共同对植物细胞起到诱导和调节作用。本试验将愈伤组织接种在分别附加不同质量浓度 TDZ 的 MS 培养基中,并同时添加相同质量浓度的 NAA,3 d 后观察愈伤组织的分化率。结果见表 3。

表 3 TDZ 对蚬壳花椒不定芽诱导的影响
Table 3 Effect of TDZ on adventitious bud induction of *Z. dissitum*

编号	NAA/(mg·L ⁻¹)	TDZ/(mg·L ⁻¹)	分化率/%	愈伤组织生长量
1	0.05	0.01	0.0	+
2	0.05	0.05	12.5	+
3	0.05	0.10	58.3	+++
4	0.05	0.50	25.0	++
5	0.05	1.00	10.0	+

+++表示愈伤生长量最多,++次之,+表示最少

+++ shows that callus quantity is at most, ++ takes second place, + is at least

在添加 TDZ 的 MS 培养基中,愈伤组织的生长速度较快。愈伤组织经过一段时间的继代培养逐渐由绿色转变为黄绿色,颗粒较大,培养 20 d 后出现绿色芽点,30 d 后分化出不定芽。由表 3 可以看出,随着 TDZ 质量浓度的增加,愈伤组织的分化率也随之增加,当 TDZ 达到 0.1 mg/L 时,愈伤组织的分化效果最好,达 58.3%,当 TDZ 为 0.5 mg/L 时,愈伤组织的分化率开始下降,愈伤组织的生长量也随之减少,说明 NAA 应配合一定比例的 TDZ 才能诱导出不定芽。当 TDZ 的浓度小于 NAA 的浓度时,没有不定芽产生。

由于添加 TDZ 不定芽的诱导率较 6-BA 的少,且出芽时间较晚,所以选择 6-BA 和 NAA 配比进行不定芽的诱导,最佳培养基为 MS+6-BA 0.5+NAA 0.1。

2.3 分化过程中内源激素量变化:愈伤组织转接到分化培养基上,随着培养时间的延长,愈伤组织的生长状态不断发生着变化,内源激素的量也发生一系列的变化。结果见图 2。

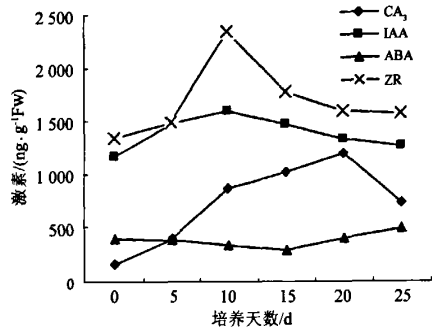


图 2 分化过程中内源激素量的变化

Fig. 2 Changes of endogenous hormones content during differentiation

由图 2 所示,愈伤组织分化过程中,各激素的量都有明显的变化。其中,GA₃ 的量在分化初期、中期都呈上升趋势,在培养 20 d 时达到峰值,此时正是愈伤组织分化出芽阶段,有 48% 的愈伤组织都出现了绿色芽点,分化 25 d 时,量急剧下降,说明高质量浓度的 GA₃ 对蚬壳花椒愈伤组织分化有重要作用。

ZR 在起始阶段其量急剧上升,在培养 10 d 时达到峰值,后又明显降低,说明 ZR 的强烈合成有利于愈伤组织的分化。IAA 同样在分化 10 d 时的量达到最高,然后又缓慢下降,但在整个过程中,ZR 的量始终高于 IAA,验证了前文所述:高浓度的细胞分裂素配合低浓度的生长素能促进芽的分化。

ABA 的量一直保持较低的水平,在 500 ng/g 鲜质量以下,且变化不大,量较稳定,由此推测 ABA 可能是愈伤组织分化时期的负调控因子,其量的下降有利于愈伤组织的分化,盛艳萍等^[12]在研究大葱成熟胚离体再生过程中内源激素的变化时也得出相同的结论。但也有研究报道,适宜质量浓度的 ABA 对一些器官的发生与生长有促进作用,只有超过某一“阈值”时才表现出抑制性^[13]。

3 讨论

植物生长调节剂是植物组织培养器官分化的关键因素,调节其水平和配比已成为提高组织分化频率的有效手段,而不定芽再生率的高低因所用植物

生长调节剂的种类、质量浓度及组合而异^[14]。TDZ是近几年出现的新型植物生长调节剂,常用于木本植物的组织培养研究中,用在蚬壳花椒组织培养中还属首次。本研究发现,诱导蚬壳花椒叶片不定芽再生,6BA比TDZ效果好;诱导时间早,不定芽再生率高。崔丽华^[15]也认为大多数种类的细胞分裂素以6-BA最为有效。熊丽等^[16]人指出,细胞分裂素对不定芽的分化和增殖有着显著的作用,但生长素质量浓度也不宜过高,一般来说,当生长素/细胞分裂素比值高时,利于根的形成,低时则利于芽的发生。在本试验中,当调节6-BA和NAA的比例发现,6-BA/NAA=5时不定芽的分化率最高。

外植体的脱分化和分化与其内源激素量有密切关系,内源激素量及其与外源激素的合理调控与平衡是影响植物生长发育的重要目标。蚬壳花椒在愈伤组织分化的不同阶段,内源激素的量及变化趋势各不同:胚性细胞发生时,ABA的量一直保持较低水平,说明ABA可能是芽分化时期的负调控因子;细胞分裂素ZR的量始终高于生长素IAA;GA₃在芽分化过程中的水平也相对较高。因此,在愈伤组织分化过程中适当增加ZR和GA₃的量是否有利于提高

蚬壳花椒不定芽的分化还有待于进一步的研究。

参考文献:

- [1] 中国科学院植物研究所. 中国高等植物科属检索表 [M]. 补编第二册. 北京:北京出版社, 1979.
- [2] 马英姿, 王平, 梁文斌. 药用植物蚬壳花椒的生境及生物学特性调查 [J]. 经济林研究, 2007, 25(1): 25-29.
- [3] 王丽萍, 王平, 王晓明, 等. 蚬壳花椒组培苗的生根试验 [J]. 经济林研究, 2007, 25(1): 34-37.
- [4] 王海霞, 王平, 王晓明, 等. 蚬壳花椒愈伤组织诱导的影响因素 [J]. 湖南农业大学学报, 2008, 34(2): 24-27.
- [5] 肖关丽, 杨清辉. 植物组织培养过程中内源激素研究进展 [J]. 云南农业大学学报, 2001, 16: 136-138.
- [6] 夏时云, 麦瑜玲, 许继勇, 等. 红掌叶片离体培养过程中内源激素含量的变化 [J]. 华北农学报, 2006, 21(3): 16-18.
- [7] 唐尚格, 夏玉先, 裴炎. 间接酶联免疫法测定植物内源激素 [J]. 西南农业大学学报, 1991, 13(2): 183-186.
- [8] 王小青, 李玲. 植物生长调节剂在植物组织培养中的应用 [M]. 北京:化学工业出版社, 2002.
- [9] 王冬梅, 黄学林, 黄上志, 等. 细胞分裂素类物质在植物组织培养中的作用机制 [J]. 植物生理学通讯, 1996, 32(5): 373-377.
- [10] 丁爱萍, 王洪范. 影响苹果离体叶片分化不定芽的因素 [J]. 中国果树, 1996(4): 20-21.
- [11] 张和禹, 赵正龙. 桑下胚轴愈伤组织诱导及分化过程中内源激素变化 [J]. 蚕业科学, 2003, 26(1): 2-4.
- [12] 盛艳萍, 杨建平. 大蓼成熟胚离体再生过程中内源激素的变化 [J]. 园艺学报, 2005, 32(2): 318-320.
- [13] 黄健球, 卫志明. 针叶树体细胞胚发生的研究进展 [J]. 植物生理学通讯, 1995, 31(2): 85-90.
- [14] 李慧, 陈晓阳. 银白杨叶片不定芽再生影响因素的研究 [J]. 北京林业大学学报, 2004, 26(3): 46-50.
- [15] 崔丽华. 植物生长调节物质对组织培养中不定芽不定根的作用 [J]. 辽宁师专学报, 2000, 2(2): 97-99.
- [16] 熊丽, 吴丽芳. 观赏花卉的组织培养与大规模生产 [M]. 北京:化学工业出版社, 2002.

肉苁蓉种子的活力研究

陈庆亮¹, 张秀省², 郭玉海^{1*}, 翟志席¹, 杨重军², 王华磊³

(1. 中国农业大学农学与生物技术学院, 北京 100193; 2. 聊城大学农学院, 山东 聊城 252000;

3. 贵州大学农学院, 贵州 贵阳 550025)

摘要:目的 为了改进TTC法测定肉苁蓉种子活力的方法和调查肉苁蓉种子于5℃贮藏时种子活力的变化。方法 研究了TTC法中种皮、TTC溶液、次氯酸钠(NaClO)溶液和染色时间对肉苁蓉种子活力的影响,并用改进的方法测定了于5℃贮藏了不同年限种子活力。结果 肉苁蓉种子于40℃下用0.5% TTC溶液染色48h后,再用0.2% NaClO溶液漂白2h后镜检;采收后贮藏于5℃保存1~2年的种子,其活力没有明显变化,但高活力种子的百分比随着贮藏年限的增加而增加。结论 提供了一套方便快捷的测定肉苁蓉种子活力的方法;肉苁蓉种子于5℃贮藏有利于提高种子活力。

关键词: 寄生植物;肉苁蓉;TTC;种子活力

中图分类号: R282.2

文献标识码: A

文章编号: 0253-2670(2008)09-1403-05

Study on viability of *Cistanche deserticola* seeds

CHEN Qing-liang¹, ZHANG Xiu-sheng², GUO Yu-hai¹, ZHAI Zhi-xi¹,

YANG Chong-jun², WANG Hua-lei³

(1. College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100193, China;

收稿日期: 2008-01-20

基金项目: 河北省科技攻关项目(03276408D-4); 重大基础研究前期研究专项(2004CCA01200)

作者简介: 陈庆亮(1972—),男,博士研究生,研究方向为中药材栽培生理。 Tel: (010)62733853 E-mail: cqlcau@126.com

* 通讯作者 郭玉海 E-mail: yhgao@cau.edu.cn

蚬壳花椒叶片不定芽诱导与内源激素的变化规律

作者：[王平](#), [王海霞](#), [马英姿](#), [王晓明](#), [左之文](#), [李俊彬](#), [WANG Ping](#), [WANG Hai-xia](#), [MA Ying-zi](#), [WANG Xiao-ming](#), [ZUO Zhi-wen](#), [LI Jun-bin](#)

作者单位：[王平,王海霞,马英姿,李俊彬,WANG Ping,WANG Hai-xia,MA Ying-zi,LI Jun-bin\(中南林业科技大学, 湖南, 长沙, 410004\)](#), [王晓明,WANG Xiao-ming\(中南林业科技大学, 湖南, 长沙, 410004;湖南省林业科学院, 湖南, 长沙, 410004\)](#), [左之文,ZUO Zhi-wen\(千金药业股份有限公司, 湖南, 株洲, 412000\)](#)

刊名：[中草药](#) **ISTIC** **PKU**

英文刊名：[CHINESE TRADITIONAL AND HERBAL DRUGS](#)

年, 卷(期): 2008, 39 (9)

被引用次数: 10次

参考文献(16条)

1. 中国科学院植物研究所 [中国高等植物科属检索表](#) 1979
2. [马英姿](#); [王平](#); [梁文斌](#) [药用植物蚬壳花椒的生境及生物学特性调查](#)[期刊论文]-[经济林研究](#) 2007 (01)
3. [王丽萍](#); [王平](#); [王晓明](#) [蚬壳花椒组培苗的生根试验](#)[期刊论文]-[经济林研究](#) 2007 (01)
4. [王海霞](#); [王平](#); [王晓明](#) [蚬壳花椒愈伤组织诱导的影响因素](#)[期刊论文]-[湖南农业大学学报](#) 2008 (02)
5. [肖关丽](#); [杨清辉](#) [植物组织培养过程中内源激素研究进展](#)[期刊论文]-[云南农业大学学报](#) 2001 (2)
6. [夏时云](#); [麦瑜玲](#); [许继勇](#) [红掌叶片离体培养过程中内源激素含量的变化](#)[期刊论文]-[华北农学报](#) 2006 (03)
7. [唐尚格](#); [夏玉先](#); [裴炎](#) [间接酶联免疫法测定植物内源激素](#) 1991 (02)
8. [王小青](#); [李玲](#) [植物生长调节剂在植物组织培养中的应用](#) 2002
9. [王冬梅](#); [黄学林](#); [黄上志](#) [细胞分裂素类物质在植物组织培养中的作用机制](#) 1996 (05)
10. [丁爱萍](#); [王洪范](#) [影响苹果离体叶片分化不定芽的因素](#) 1996 (04)
11. [张和禹](#); [赵正龙](#) [桑下胚轴愈伤组织诱导及分化过程中内源激素变化](#)[期刊论文]-[蚕业科学](#) 2003 (01)
12. [盛艳萍](#); [杨建平](#) [大葱成熟胚离体再生过程中内源激素的变化](#)[期刊论文]-[园艺学报](#) 2005 (02)
13. [黄健球](#); [卫志明](#) [针叶树体细胞胚发生的研究进展](#) 1995 (02)
14. [李慧](#); [陈晓阳](#) [银白杨叶片不定芽再生影响因素的研究](#)[期刊论文]-[北京林业大学学报](#) 2004 (03)
15. [崔丽华](#) [植物生长调节物质对组织培养中不定芽不定根的作用](#)[期刊论文]-[辽宁师专学报\(自然科学版\)](#) 2000 (02)
16. [熊丽](#); [吴丽芳](#) [观赏花卉的组织培养与大规模生产](#) 2002

本文读者也读过(10条)

1. [王丽萍](#). [王平](#). [王晓明](#). [王海霞](#). [李俊彬](#). [WANG Li-ping](#). [WANG Ping](#). [WANG Xiao-ming](#). [WANG Hai-xia](#). [LI Jun-bin](#) [蚬壳花椒组培苗的生根试验](#)[期刊论文]-[经济林研究](#)2007, 25 (1)
2. [王海霞](#). [王平](#). [王晓明](#). [马英姿](#). [左之文](#). [WANG Hai-xia](#). [WANG Ping](#). [WANG Xiao-ming](#). [MA Ying-zi](#). [ZUO Zhi-wen](#) [蚬壳花椒愈伤组织诱导的影响因素](#)[期刊论文]-[湖南农业大学学报（自然科学版）](#) 2008, 34 (2)
3. [王海霞](#). [王平](#) [蚬壳花椒组培苗移栽技术研究](#)[期刊论文]-[牡丹江师范学院学报（自然科学版）](#) 2010 (2)
4. [王丽萍](#) [蚬壳花椒组培快繁及其影响因子的研究](#)[学位论文]2007
5. [汤俊](#). [Supinya Tewtrakul](#). [王峥涛](#). [屠治本](#). [TANG Jun](#). [Supinya Tewtrakul](#). [WANG Zheng-tao](#). [TU Zhi-ben](#) [蚬壳花椒茎中的橙黄胡椒酰胺](#)[期刊论文]-[中国药学\(英文版\)](#) 2003, 12 (4)
6. [马英姿](#). [王平](#). [王晓明](#). [王丽萍](#). [MA Ying-zi](#). [WANG Ping](#). [WANG Xiao-ming](#). [WANG Li-ping](#) [蚬壳花椒组培苗的增殖研究](#)[期刊论文]-[湖南农业大学学报（自然科学版）](#) 2007, 33 (5)
7. [马英姿](#). [王平](#). [MA Ying-zi](#). [WANG Ping](#) [蚬壳花椒受威胁程度评价及其可持续利用对策](#)[期刊论文]-[经济林研究](#) 2008, 26 (1)

8. [马英姿](#), [杨波华](#), [王平](#), [MA Ying-zi](#), [YANG Bo-hua](#), [WANG Ping](#) [药用植物蚬壳花椒种子休眠及萌发特性](#)[期刊论文]-[湖南师范大学自然科学学报](#)2009, 32(2)
9. [马英姿](#), [王平](#), [王晓明](#), [王海霞](#), [王丽萍](#), [MA Ying-zi](#), [WANG Ping](#), [WANG Xiao-ming](#), [WANG Hai-xia](#), [WANG Li-ping](#) [药用植物蚬壳花椒的离体培养及再生体系的建立](#)[期刊论文]-[湖南师范大学自然科学学报](#)2009, 32(1)
10. [马英姿](#), [王平](#), [梁文斌](#), [MA Ying-zi](#), [WANG Ping](#), [LIANG Wen-bin](#) [药用植物蚬壳花椒的生境及生物学特性调查](#)[期刊论文]-[经济林研究](#)2007, 25(1)

引证文献(10条)

1. [王丽美](#), [王平](#), [孙吉康](#), [程鹏](#), [费明亮](#) [HPLC法测定单面针药材中白鲜碱含量](#)[期刊论文]-[中南林业科技大学学报](#) 2013(6)
2. [王海霞](#), [王平](#) [蚬壳花椒组培苗移栽技术研究](#)[期刊论文]-[牡丹江师范学院学报（自然科学版）](#) 2010(2)
3. [孙玉新](#), [郭亚勤](#), [吴慧贞](#), [刘德辉](#) [植物外源激素对丹参生长和丹参酮类物质积累的影响](#)[期刊论文]-[中草药](#) 2010(5)
4. [马英姿](#), [王平](#), [张慧](#), [宋荣](#) [酸碱胁迫对药用植物蚬壳花椒白鲜碱含量的影响](#)[期刊论文]-[中南林业科技大学学报](#) 2011(9)
5. [马英姿](#), [杨波华](#), [王平](#) [药用植物蚬壳花椒种子休眠及萌发特性](#)[期刊论文]-[湖南师范大学自然科学学报](#) 2009(2)
6. [邓正正](#), [王力华](#), [王庆礼](#) [植物生长调节剂对水曲柳组培苗生长及内源激素的影响](#)[期刊论文]-[东北林业大学学报](#) 2009(12)
7. [杨林](#), [邵文斌](#), [于爱红](#), [束长宇](#), [朱家君](#), [东建丽](#) [响应面法优化蚬壳花椒果皮多糖提取工艺](#)[期刊论文]-[中成药](#) 2012(9)
8. [马英姿](#), [王平](#), [袁园](#), [韦熹苑](#), [裴刚](#), [何桂霞](#) [蚬壳花椒中性亲脂性成分的抑菌活性及其化学成分](#)[期刊论文]-[林业科学](#) 2010(2)
9. [杨林](#), [邵文斌](#), [于爱红](#), [钱娇玲](#), [林鹏](#), [蒲利红](#) [蚬壳花椒果皮多糖抗肿瘤活性研究](#)[期刊论文]-[中医药学报](#) 2012(5)
10. [马英姿](#), [胡忠红](#), [杨波华](#), [王平](#) [蚬壳花椒营养器官解剖结构及其生物碱分布](#)[期刊论文]-[湖南农业大学学报（自然科学版）](#) 2009(3)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_zcy200809039.aspx